ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 JANVIER 1937.

PRÉSIDENCE DE M. EMMANUEL LECLAINCHE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie le décès de M. **Joseph Auclair**, Correspondant pour la Section de Mécanique, survenu à Saint-Léger-sur-Roanne (Loire) le 12 décembre 1936.

Notice nécrologique sur Joseph Auclair, *Correspondant pour la Section de Mécanique*, par M. **Léon Lecornu**.

Joseph Auclair, qui vient de mourir subitement, était né à Roanne en 1881. Nous l'avions, en 1927, élu Correspondant pour la Section de Mécanique.

Successivement assistant au Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers, puis attaché par Kœnigs au Laboratoire de Mécanique de la Faculté des Sciences, devenu enfin, à Bellevue, chef de l'un des Services de l'Office national des Recherches et Inventions, il était en même temps rapporteur très écouté à la Commission supérieure des Inventions.

On lui doit un remarquable accéléromètre réalisé, en collaboration avec Boyer-Guillon, pour analyser, notamment, l'influence des inégalités du sol sur les trépidations des automobiles. On lui doit aussi des expériences précises sur le fonctionnement des grandes courroies de transmission. Signalons encore sa part prépondérante dans l'organisation des épreuves de camions automoteurs munis de gazogènes ou d'accumulateurs.

Il venait, quand la mort l'a saisi, de terminer la publication d'un gros Mémoire relatant les études entreprises, à l'instigation de notre regretté

Confrère Mesnager, pour l'auscultation des déformations et des contraintes éprouvées par des modèles de voûtes ou de barrages.

Travailleur infatigable, doué d'un jugement très sûr en matière de Mécanique appliquée, sa disparition laisse à l'Office national un vide qui sera difficilement comblé.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Composition du bois des troncs et des branches de nos principaux arbres indigènes.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **Georges Brooks.**

Malgré de nombreuses recherches sur la composition chimique immédiate du bois et des tissus végétaux lignifiés dont Payen, Poumarède et Figuier, Braconnot, Frémy, etc. ont été les initiateurs, on est encore très mal renseigné sur le nombre, la nature, la genèse et le mode d'association des principes dont le bois est constitué. On est seulement d'accord pour reconnaître qu'il s'agit là de problèmes très difficiles à résoudre.

Pour faciliter l'étude de ces problèmes et servir de guide à certaines utilisations de la substance ligneuse, nous avons appliqué les principes et les méthodes d'analyse exposés récemment par l'un de nous [1] au bois de 18 espèces d'arbres de notre pays : 13 espèces angiospermes et 5 gymnospermes [2].

L'examen comparatif des nombreuses données quantitatives que nous avons ainsi réunies permet de dégager un certain nombre de faits particulièrement intéressants.

Tout d'abord il existe de grandes différences entre les espèces végétales examinées, d'une part sous le rapport de la teneur en glucides facilement saccharifiables par hydrolyse acide, — il s'agit d'un chauffage à l'ébullition avec de l'acide sulfurique à 2 pour 100, — d'autre part sous le rapport de la teneur en cellulose pure. On saisit très bien ces différences en jetant les yeux sur le tableau résumé ci-dessous dans lequel sont réunies, par ordre croissant : 1° les teneurs en glucides facilement saccharifiables, exprimées

---

[1] Gab. Bertrand, *Ann. Office nat. Combust. liquid.*, **2**, 1936, p. 191-209; Mémoire reproduit sans la planche en couleurs dans *Ann. des Fermentat.*, **1**, 1936, p. 577.

[2] Cette division résulte de la différence fondamentale, découverte en 1899 (Gab. Bertrand, *Comptes rendus*, **129**, 1899, p. 1025) et confirmée par d'autres chercheurs, dans la composition chimique du bois de ces deux groupes de végétaux.

en xylose pour les espèces angiospermes et en mannose pour les espèces gymnospermes, et 2° les teneurs en cellulose pure (¹).

Espèce.	Xylose (Angiosp.).	Mannose (Gymnosp.).	Espèce.	Cellulose (Angiosp.).	Cellulose (Gymnosp.).
Peuplier	14,40	–	Frêne	42,30	–
Châtaignier	14,70	–	Chêne rouvre	46,15	–
Tilleul	22,10	–	Chêne pédonculé	46,80	–
Sapin pectiné	–	22,45	Hêtre	47,50	–
Érable champêtre	22,80	–	Châtaignier	47,75	–
Chêne rouvre	23,80	–	Érable champêtre	48,30	–
Pin maritime	–	26,45	Tremble	48,40	–
Mélèze	–	26,65	Aulne	48,55	–
Tremble	26,95	–	Mélèze	–	48,70
Pin sylvestre	–	27,40	Bouleau	48,95	–
Érable sycomore	27,85	–	Érable sycomore	49,80	–
Chêne pédonculé	28,30	–	Peuplier	50,15	–
Épicéa	–	31,00	Sapin pectiné	–	50,50
Charme	31,80	–	Charme	51,05	–
Frêne	32,50	–	Pin maritime	–	51,30
Bouleau	32,60	–	Épicéa	–	51,60
Hêtre	33,10	–	Tilleul	52,50	–
Aulne	34,10	–	Pin sylvestre	–	55,10

On voit que, par hydrolyse acide ménagée, les bois de troncs de nos principales espèces d'arbres angiospermes fournissent des proportions de sucres réducteurs, formés essentiellement ici de xylose non fermentescible, variant d'environ 15 à 34 pour 100, tandis que les bois de troncs de nos espèces les plus communes d'arbres gymnospermes donnent des proportions de sucres réducteurs, constitués surtout de mannose fermentescible, allant d'environ 22,5 à 31 pour 100.

Des espèces très voisines, appartenant par exemple au même genre botanique, peuvent se ressembler beaucoup sous le rapport de la teneur en cellulose, comme il est facile de le constater en comparant le chêne rouvre et le chêne pédonculé, ou bien l'érable champêtre et l'érable sycomore; mais ce n'est pas une règle absolue. C'est ainsi que le pin sylvestre renferme une proportion de cellulose plus élevée que le pin maritime et loin d'être négligeable au point de vue industriel.

(¹) On trouvera les détails et les tableaux complets des résultats dans un prochain Mémoire.

Un autre fait, de caractère très général, est à rapprocher des différences précédentes : c'est la variation de la teneur en glucides facilement hydrolysables et en cellulose quand on passe du bois des troncs à celui des branches que nous avons analysés comparativement. Les branches sont notablement plus riches que les troncs en glucides aisément saccharifiables, aussi bien chez les gymnospermes que chez les angiospermes. Tandis que nous avons obtenu de 14,5 à 34 pour 100 de sucres réducteurs par l'hydrolyse modérée des bois de tronc, ces proportions se sont élevées entre 27 et 52 pour 100 lorsque nous avons opéré sur les bois de branche des mêmes arbres.

Inversement, les branches renferment moins de cellulose. Au lieu de 42,5 à 55 pour 100 dans les bois de tronc, il n'en a été trouvé que de 35,5 à 50,5 dans ceux des branches.

Les différences quantitatives remarquables dans la composition immédiate des branches et du tronc sont nécessairement liées à des modifications générales du chimisme de ces parties du végétal. Aussi les retrouve-t-on quand on examine d'autres substances que les glucides aisément saccharifiables et la cellulose.

C'est ainsi que l'on obtient toujours plus de cendres avec le bois des branches qu'avec celui du tronc (de 0,40 à 1,20 pour 100 dans le premier cas et de 0,20 à 0,96 dans le second). Il y a aussi, en général, un peu plus d'azote.

Il est très probable que les différences de composition entre le bois des branches et celui des troncs tiennent surtout à la différence d'âge de ces bois; elles donneraient ainsi un aperçu des changements qui sont apportés par les processus de lignification.

Quant aux résultats en eux-mêmes, ils peuvent être utilisés soit en vue de la fabrication de la cellulose et de ses dérivés, soit en vue de la transformation du bois en alcool ou, comme on l'a récemment proposé, en sucres alimentaires.

NOMINATIONS.

M. Albert Caquot est désigné pour représenter l'Académie au *Comité National pour la Mécanique du Sol*, constitué par le Ministère de l'Éducation nationale.

ÉLECTIONS.

M. **Georges Bouligand** est élu Correspondant pour la Section de Mécanique par 38 suffrages contre 2 à M. *Robert d'Adhémar*.

CORRESPONDANCE.

Le **Comité National Français**, organisé par le **Comité France-Amérique**, prie l'Académie de se faire représenter dans la *Mission Nationale Française Cavelier de la Salle*, qui se rendra aux États-Unis et au Canada, à Pâques 1937, pour commémorer le 250e anniversaire de la mort de Robert Cavelier de la Salle, le 300e anniversaire de la naissance du Père Jacques Marquette et la fondation de *Mobile*, capitale de l'Alabama, par Le Moyne d'Iberville.

MM. **Daniel Bovet** et **Lucien Chadenson** adressent des remerciements pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

M. **Jean Chazy** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante dans la Section d'Astronomie par le décès de M. *M. Hamy*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Una pipa de ceramica prehispanica con decoracion grabada del Uruguay, por Mario A. Fontana.

GÉOMÉTRIE PROJECTIVE DIFFÉRENTIELLE. — *Configurations* (T) *admettant une infinité de transformations de Calapso*. Note de M. **Serge Finikoff**.

1. Une *configuration* (T) est l'ensemble des quatre congruences engendrées par les arêtes d'un quadrilatère gauche $M_1M_2M_3M_4$, les sommets du quadrilatère étant les foyers de ces congruences ([1]). *Une nouvelle configuration* (T^*), ($M_1^*M_2^*M_3^*M_4^*$), *est dite transformée de Calapso de* (T) ([2]), s'il existe ∞^2 *quadriques* dont les caractéristiques relatives à deux déplacements principaux sont respectivement M_1M_2, M_3M_4, $M_4^*M_1^*$, $M_2^*M_3^*$ et M_4M_1, M_2M_3, $M_1^*M_2^*$, $M_3^*M_4^*$. Une configuration (T) *quelconque* possède *deux* transformées (T^*).

2. M. Buchin Su ([3]) a montré qu'il existe des configurations (T) *spéciales* admettant ∞^2 transformées; elles se divisent en deux classes : 1° *les suites de Laplace périodiques* (T_4), *de période 4, contenant quatre congruences de Wilczynski;* 2° *les configurations* (T') *telles que les diagonales* M_1M_3, M_2M_4 *engendrent un couple stratifiable et que les développables opposées de la configuration*, (M_1M_2) *et* (M_3M_4) *par exemple*, *se correspondent de sorte que la développable dont l'arête est sur* (M_1) *corresponde à celle dont l'arête est sur* (M_3) *et vice versa*.

3. Or, si les diagonales d'une configuration (T) engendrent un couple stratifiable, les congruences de la configuration appartiennent au système de Bianchi attaché au couple; *donc la configuration* (T') *de la seconde classe de Buchin Su contient 4 congruences* W *en configuration du théorème de Bianchi sur la permutabilité des transformations asymptotiques*. D'autre part dans mon premier Mémoire cité plus haut, j'ai étudié les configurations (T) dont les développables d'un couple opposé se correspondent comme il a été indiqué et j'ai trouvé deux classes de configurations non dégénérées : 1° *les suites de Laplace de période 4*; 2° *les configurations* (T) *dont le second couple de congruences opposées appartient à un complexe linéaire*.

Par suite les configurations (T') *découvertes par M. Buchin Su contiennent*

([1]) S. Finikoff, *Annali d. Scuola Norm. Sup. di Pisa*, 2e série, **2**, 1933, p. 59-88.

([2]) R. Calapso, *Comptes rendus de l'U. R. S. S.*, **2**, 1935, p. 441; *Recueil Math. de Moscou*, **42**, 1935, p. 451-472; S. Finikoff, *Comptes rendus*, **202**, 1936, p. 548.

([3]) Buchin Su, *Journal of Chin. Math. Soc.*, **1**, 1936, p. 174-206.

4 *congruences dont chaque paire de congruences opposées appartiennent à un complexe linéaire et cette propriété les caractérise.* Les configurations (T_4) rentrent, comme cas particulier, dans la classe (T').

A chaque congruence appartenant à un complexe linéaire, on peut attacher deux congruences d'un autre complexe linéaire constituant avec la première une configuration (T), et la quatrième congruence de la configuration appartient au même complexe que la première. Les diagonales appartiennent à chaque complexe, donc engendrent la même congruence linéaire. Toutes les configurations transformées de Calapso appartiennent à la même classe (T').

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur les formes ondulées des tourbillons en bandes longitudinales.* Note de M. **Douchan Avsec**, présentée par M. Henri Villat.

On connaît les deux formes principales de tourbillons thermoconvectifs, à savoir : les tourbillons cellulaires polygonaux (type de Bénard) et les tourbillons en bandes longitudinales [type de Idrac-Rayleigh ([1])]. En suivant le mécanisme de transformation selon lequel les tourbillons hexagonaux se transforment en tourbillons longitudinaux, on observe toute une série de formes intermédiaires. Elles ont été signalées par A. C. Phillips et Sir G. T. Walker ([2]) et par A. Graham ([3]).

Les tourbillons en bandes sont, en général, parfaitement rectilignes, mais il y a des cas, où les parois latérales des bandes prennent la forme ondulée. Deux causes distinctes peuvent contribuer à provoquer cette ondulation :

1° l'augmentation considérable de la différence des températures de deux faces de la lame fluide, divisée au préalable en bandes rectilignes;

2° l'accélération ou le ralentissement du mouvement général de la lame fluide, au sein de laquelle les tourbillons hexagonaux et les tourbillons en bandes rectilignes, respectivement, se sont formés.

Voici des explications essentielles :

1° Quand le mouvement général de la couche d'air est uniforme et que la

---

([1]) L'expression a été proposée par M. H. Bénard au Congrès d'Edimbourg de l'Union Internationale de Géodésie et Géophysique (sept. 1936).

([2]) *Quart. Jour. Roy. Metz. Soc.*, 53, 1932, p. 23-30.

([3]) *Phil. Trans. Roy. Soc.*, London, A. 232, 1933, p. 285-296.

différence des températures de ses deux faces est modérée, les tourbillons en bandes longitudinales sont rectilignes. Si l'on pousse le chauffage plus loin, le mouvement interne devient plus vif, ce qui provoque l'ondulation sinusoïdale des bandes. L'amplitude des oscillations augmente avec la différence des températures. On peut la faire croître à tel point que le mouvement tourbillonnaire désorganisé vienne remplacer le mouvement organisé.

La figure 1 représente une telle formation (nombre des bandes : $n = 6$;

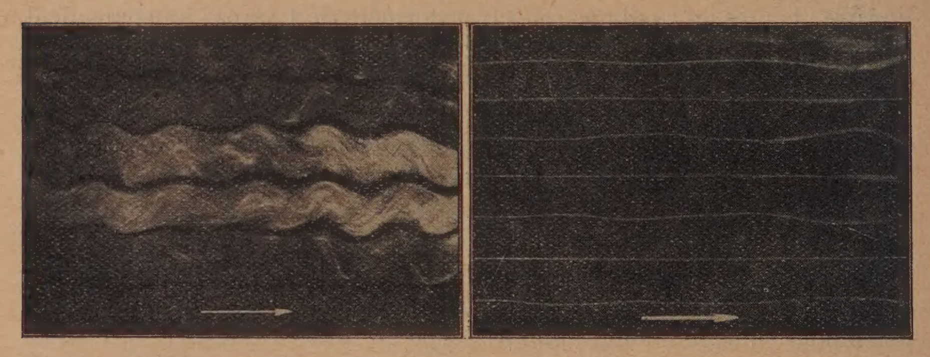


Fig. 1. Fig. 2.

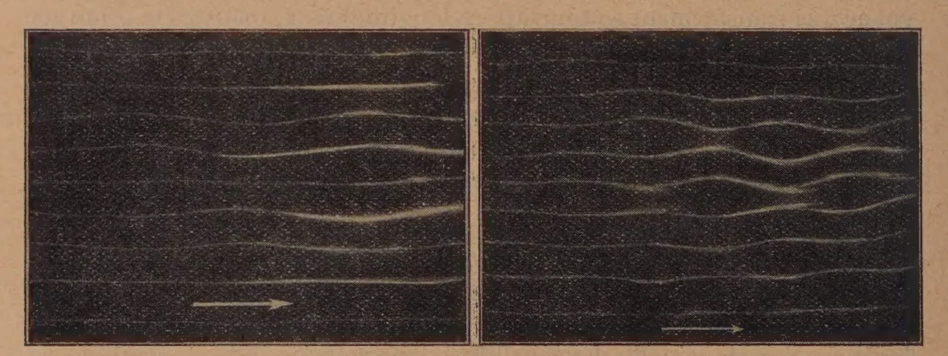


Fig. 3. Fig. 4.

largeur du canal : $L = 300^{mm}$; hauteur du canal : $h = 30^{mm}$). Les propriétés caractéristiques sont que la largeur de chaque bande est constante et que les trajectoires du mouvement interne coïncident avec la forme extérieure de bandes ondulées.

2° Quand on ralentit la vitesse générale avec laquelle se meuvent les tourbillons en bandes rectilignes le long du canal, leurs parois latérales

tendent à prendre des formes ondulées dont les plus caractéristiques sont représentées par les figures 2, 3 et 4.

Figure 2 ($n=8$; $L=352^{mm}$; $h=40^{mm}$); les parois verticales qui séparent deux couples tourbillonnaires (un couple tourbillonnaire est composé de deux rouleaux) et qui indiquent les courants ascendants, restent rectilignes; au contraire, les parois séparant deux rouleaux du même couple tourbillonnaire et qui coïncident avec le mouvement descendant, sont ondulées. A. Graham a signalé une forme pareille, lorsqu'il a suivi la transformation des cellules hexagonales en bandes rectilignes.

En dehors de cette forme, j'ai observé et photographié encore d'autres formations intéressantes.

Figure 3 ($n=10$; $L=300^{mm}$; $h=30^{mm}$); entre deux rouleaux décrits tout à l'heure, s'intercale une bande sinusoïdale.

Figure 4 ($n=10$; $L=300^{mm}$; $h=30^{mm}$); entre les bandes, qui consistent en une suite alternée de régions gonflées et de régions rétrécies, s'intercale une bande sinusoïdale.

Nulle prévision ne peut actuellement être donnée pour l'apparition de l'une ou de l'autre de ces formations; tout est dû au hasard.

Enfin on remarquera la similitude de ces formes ondulées avec des phénomènes que G. I. Taylor (1) a observés dans ses expériences, avec un liquide compris entre deux cylindres tournants.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur une théorie synthétique de la gravitation et de l'électromagnétisme.* Note de M. **Jean Hély**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Nous avons récemment proposé (2) une théorie particulière et synthétique de Relativité. La partie électrique de cette théorie ayant suscité quelques observations, il nous est apparu que notre conception de la dynamique pouvait encore être simplifiée (3) et rendue ainsi plus satisfaisante. D'une manière plus précise, les expressions suivantes du potentiel quadri-

(1) *Phil. Trans. Roy. Soc.*, London, A, **223**, 1923, p. 289-343.

(2) *Comptes rendus,* **202**, 1936, p. 1659.

(3) En faisant tendre vers zéro les constantes B.

vecteur $\overline{\psi}$ et de la fonction de force gravifique Φ

$$\overline{\psi} = \sum \frac{q\,\overline{ds_q}}{\overline{qp}\,ds^q}.$$

$$\Phi = \varphi + 3\varphi^2 \qquad \text{avec } \varphi = \frac{K}{c^2}\sum \frac{M_0\,ds_{M_0}}{\overline{M_0 P}\,\overline{ds_{M_0}}},$$

dans lesquelles P désigne le point où l'on se propose de calculer les potentiels, $\overline{qP}$ et $\overline{M_0 P}$ des quadrivecteurs d'hyperlongueur nulle, paraissent devoir être préférées à celles précédemment indiquées.

Ces nouvelles valeurs une fois admises, l'expression de l'élément d'action du mobile m_0, e

$$m_0 c^2\, ds_{m_0}\sqrt{1 - 2\Phi} + e\,\overline{ds_{m_0}\psi}$$

reste inchangée.

La nouvelle expression de $\overline{\Phi}$ n'est pas autre chose que la traduction, en langage vectoriel, des formules de Liénard, et a déjà été indiquée par M. von Laüe dans son livre *La Théorie de la Relativité*. Quant à la nouvelle expression de Φ, elle est caractérisée par la substitution, à notre ancien quadrivecteur unité $\overline{1_{M_0}}$, du nouveau quadrivecteur également unitaire

$$\frac{\overline{ds_{M_0}}}{ds_{M_0}}.$$

Cette substitution n'altère pas l'application, qui a été faite, de la théorie à la recherche des orbites des planètes [1].

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur la convergence et l'achromatisation des systèmes centrés de l'optique électronique.* Note de M. **Maurice Cotte**, présentée par M. Louis de Broglie.

On sait qu'un système centré sans charge d'espace, utilisant des électrons ou des ions lents, est toujours convergent [2] et n'est pas achromatique [3].

Ces deux propriétés subsistent pour des particules *rapides*, et aussi dans

---

(1) *Comptes rendus*, **202**, 1936, p. 1903.
(2) W. Glaser, *Zeitschrift für Physik*, **81**, 1933, p. 656.
(3) O. Scherzer, *Zeitschrift für Physik*, **101**, 1936, p. 593.

le cas où existent des charges d'espace de signe contraire. En effet, à l'approximation relativiste, on peut décrire une famille de rayons de Gauss par l'équation

$$(1)\qquad \frac{d}{dz}\left(n\frac{dr}{dz}\right)=\frac{r}{2}\frac{\alpha}{n},$$

où r désigne la distance d'un point du rayon à l'axe du système que l'on a pris pour axe des z. On a posé

$$(2)\qquad \begin{cases} n=\sqrt{(V_0-V)(V_0+2\eta c^2-V)},\\ \alpha=(V_0+\eta c^2-V)(V''+4\pi\rho)-\frac{1}{2}H^2, \end{cases}$$

V_0 désigne le potentiel électrique en un point où les particules auraient perdu toute vitesse; V, H, ρ le potentiel électrique, le champ magnétique, et la densité de charge d'espace au point de l'axe d'abscisse z; V'', la dérivée seconde de V par rapport à z; c, la vitesse de la lumière; η, le rapport m/e quotient de la masse de la particule par sa charge, comptée algébriquement.

Nous supposerons que n n'est jamais nul, c'est-à-dire qu'il ne se produit nulle part de réflexion des particules. La substitution

$$(3)\qquad r=\frac{y}{\sqrt{n(z)}},$$

conduit à l'équation plus simple

$$(4)\qquad y''+\sigma(z)y=0$$

avec

$$(5)\qquad \sigma(z)=\frac{3n'^2}{4n^2}+\frac{H^2}{4n^2}+\frac{V'^2}{2n^2}-\frac{2\pi\rho(V_0-V+\eta c^2)}{n^2}.$$

Convergence. — Appliquons cette formule, due à M. Glaser, à une particule chargée positivement, et à une valeur nulle ou négative de ρ; alors, puisque η et V_0-V sont positifs, $\sigma(z)$ est positif : le système est convergent. Pour une particule chargée négativement, et une valeur ρ nulle ou positive, η et V_0-V sont négatifs, et le système est encore convergent.

Aberrations chromatiques. — Considérons les deux équations

$$y''+\sigma_1(z)y=0$$

et

$$y''+\sigma_2(z)y=0,$$

où l'on suppose $\sigma_1(z)>\sigma_2(z)>0$, quel que soit z, et les solutions de ces

équations définies par les mêmes valeurs initiales :

$$y(z_0)=0, \qquad y'(z_0)=1.$$

La solution de la première équation, soit y_1, s'annule à nouveau avant la solution de la deuxième équation, soit y_2; en effet, la dérivée seconde de $\log y_1/y_2$ est négative, ce qui montre que la courbe $y_1(z)$ est située au-dessous de la courbe $y_2(z)$, tant que $y_2(z)$ n'est pas nul.

Donc, si pour toute valeur de z, $d\sigma(z)/dV_0$ a un signe constant, des particules de vitesse différentes issues d'un point ne convergeront pas au même point; le système ne sera pas achromatique. C'est ce que l'on vérifie :

1° pour des rayons formés de particules positives, même rapides, et une charge d'espace nulle ou négative, car la dérivée par rapport à V_0 de chacun des quatre termes formant $\sigma(z)$ est constamment négative;

2° pour des rayons formés de particules négatives, même rapides et une charge d'espace nulle ou positive, car la dérivée par rapport à V_0 de chacun des quatre termes formant $\sigma(z)$ est constamment positive.

Si la charge d'espace a le même signe que la charge des particules, le système n'est plus forcément convergent et peut être achromatisé.

Par exemple imposons-nous pour cela la condition suffisante, mais non nécessaire, $d\sigma(z)/dV_0\equiv 0$; les calculs sont simples pour les électrons lents et conduisent à la condition

$$(6) \qquad 3V'^2+\left(8\pi c^2\rho+\frac{e}{mc^2}H^2\right)(V_0-V)=0.$$

Celle-ci, rapprochée de l'expression de $\sigma(z)$ qui est alors

$$(7) \qquad \sigma(z)=\frac{3}{16}\frac{V'^2}{(V_0-V)^2}+\frac{e}{8mc^2}\frac{H^2}{(V_0-V)}+\frac{\pi c^2\rho}{V_0-V},$$

montre que le système est divergent.

ÉLECTROCHIMIE. — *Application du polissage électrolytique à l'étude des dépôts métalliques*. Note de M. **Pierre Jacquet**, présentée par M. Georges Urbain.

La structure des dépôts très minces, obtenus en particulier par la voie électrolytique, ne peut être étudiée que par la diffraction des rayons X ou des électrons. Cette dernière méthode a permis de montrer que les cristaux du métal utilisé comme support exercent une influence orientante sur les

premières couches de beaucoup de métaux déposés électrolytiquement (¹). L'examen micrographique d'une cathode recouverte d'un dépôt mince a déjà été tenté (²), mais il est difficile, car il nécessite que la surface sur laquelle on effectue le dépôt, soit parfaitement lisse et brillante. Le polissage permet d'obtenir une telle surface, mais l'expérience a déjà montré que sur ce type de cathode la répartition des premiers germes du dépôt est absolument quelconque, la nature cristalline du métal servant de support ayant été détruite par l'action mécanique accompagnant le polissage (³). Une surface polie puis décapée possède une structure cristalline mais n'est pas parfaitement plane.

La nouvelle méthode de polissage récemment décrite (⁴) donne des surfaces lisses, brillantes et très propres, sans que la structure du métal soit altérée : ces surfaces constituent donc des cathodes idéales pour l'étude micrographique de la répartition des premiers germes d'un dépôt. Dans le cas particulier du cuivre, déposé à partir d'un bain de sulfate de cuivre additionné d'acide sulfurique, sur une cathode polycristalline du même métal (cuivre electrolytique épais ou cuivre coulé), les résultats obtenus peuvent se résumer de la façon suivante :

1° *Dépôt à faible intensité* (40 à 100 milliampères par dm²). — *a.* Il existe des endroits cathodiques privilégiés sur lesquels le dépôt apparaît dès le début : ce sont les limites de tous les grains cristallins et la surface de certains de ces grains. Par contre, d'autres grains ne présentent aucune trace de dépôt, même après une électrolyse prolongée.

b. Sur les grains privilégiés, le dépôt ne se répartit pas d'une manière quelconque, il met en évidence des éléments de structure intercristalline, identiques à ceux que l'on observe lorsqu'on examine, après polissage et attaque anodiques dans les conditions déjà décrites (⁴), une surface de même nature que celle utilisée comme cathode. Ces observations sont surtout très nettes lorsque la cathode est du cuivre électrolytique épais soigneusement préparé. Sur une telle surface, le dépôt d'une très faible quantité de cuivre, aussi bien que l'attaque anodique, met en évidence

---

(¹) G. I. FINCH et C. H. SUN, *Trans. Faraday Soc.*, 32, 1936, p. 852; W. COCHRANE, *Proc. Phys. Soc.*, 48, 1936, p. 723.

(²) J. BILLITER, *Prinzipien der Galvanotechnik*, Vienne, 1934, p. 21.

(³) Voir par exemple C. S. LEES, *Trans. Faraday Soc.*, 31, 1935, p. 1102.

(⁴) P. JACQUET, *Bull. Soc. Chimique de France*, 5ᵉ série, 3, 1936, p. 705.

dans certains grains cristallins un système de dentrites présentant une symétrie particulière.

c. Lorsque l'électrolyse est très prolongée, toute la cathode est recouverte de dépôt dont la structure n'est pas rigoureusement la même sur tous les grains.

2° *Dépôt à forte intensité* (0,5 à 1 ampère par dm^2). — *a*. Tous les grains de la cathode se recouvrent de dépôt dès le début.

b. Lorsque le support est constitué de cuivre électrolytique, et pour des durées d'électrolyse très courtes, on constate que sur certains grains cristallins le dépôt apparaît en formant des figures géométriques régulières dont la disposition générale reproduit le système dendritique signalé plus haut.

c. Si le dépôt est suffisamment épais, l'aspect de la cathode diffère en général assez peu de celui que l'on observe après une électrolyse prolongée à faible intensité.

3° Plusieurs faits expérimentaux permettent de penser que dans le cas d'une cathode constituée de cuivre électrolytique épais, les grains les plus difficiles à recouvrir, lorsque l'électrolyse est faite à faible intensité, sont ceux pour lesquels les plans cristallographiques correspondant à la face d'accroissement vertical du cristal sont parallèles à la surface sur laquelle s'effectue le dépôt. Les grains privilégiés étant ceux pour lesquels ce parallélisme n'existe pas, et dans ce cas l'accroissement du cristal est une sorte de phénomène de cicatrisation.

Conclusion. — Sur une cathode de cuivre polycristalline les divers cristaux ne sont pas équivalents au point de vue de la répartition initiale d'un dépôt du même métal effectué à faible densité de courant. Ces différences paraissent liées à l'orientation de certains plans cristallins par rapport à la surface de la cathode. Les endroits privilégiés correspondent toujours à des hétérogénéités (limites des grains, plans cristallographiques brisés, systèmes dendritiques). Ces résultats s'accordent bien avec la notion de centres actifs sur une cathode métallique [1].

---

[1] Voir par exemple, N. Thon, *L'électrolyse et la polarisation électrolytique*, Paris, 1934.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur les spectres magnétiques α dans la famille de l'actinium.* Note [1] de MM. **Salomon Rosenblum, Marcel Guillot** et Mlle **Marguerite Perey**, présentée par M. Aimé Cotton.

Nous avons utilisé un dispositif [2] perfectionné comme il suit : 1° trois compteurs solidaires de la même vis micrométrique, permettent l'étude simultanée de plusieurs régions spectrales; 2° une paroi métallique placée au voisinage de la source, et refroidie par l'azote liquide, sert à condenser l'actinon (et son dépôt actif). Ainsi le *mouvement propre* de l'appareil dû au dégagement d'actinon a été réduit de 90 pour 100. Nous avons donc pu utiliser, malgré les gaz qu'elles dégagent, des sources plus actives et moins épaisses. La finesse des raies a été améliorée.

Certaines mesures faites avec les compteurs ont pu être contrôlées par la photographie. Les principaux résultats sont donnés dans le Tableau (RdAc) et les schémas suivants. Dans ces derniers, la longueur des traits indique l'intensité des raies.

RdAc.

Raies		Compteur			Photographie	Énergies
ancienne.	nouvelle.	Hρ.	E corrigée ekV.	ΔE.	ΔE.	γ(4).
α_0	A	35374	6138,4	–	–	–
α_1	A_a	**35287**	**6108,4**	**30**	–	30,5
α_2	B	**35197**	**6077,4**	**61**	**61**	61
α_3	B_a	35139	5057	81	–	80
	B_{a_1}	35094	5042	96	–	–
α_4	B_b	35024	6018	120	–	–
α_4	B_{b_1}	34981	6003	135	–	–
α_5	C	**34869**	**5964,7**	**174**	**171**	173
α_5	C_1	34801	5942	197	–	–
	C_2	34740	5921	217	–	219
α_6	C_a	34690	5904	235	–	–
	C_{a_1}	34654	5891	247	–	–
	C_{a_2}	34617	5879	260	–	–
α_7	D	**34534**	**5850,7**	**288**	**289**	(281 ?)
α_8	D_a	34487	5834,5	304	–	304
α_8	D_{a_1}	34458	5825	(313)	–	–
α_9	E	**34393**	**5803,0**	**335**	**332**	332
α_{10}	E_a	34241	5752	386	–	378 ?

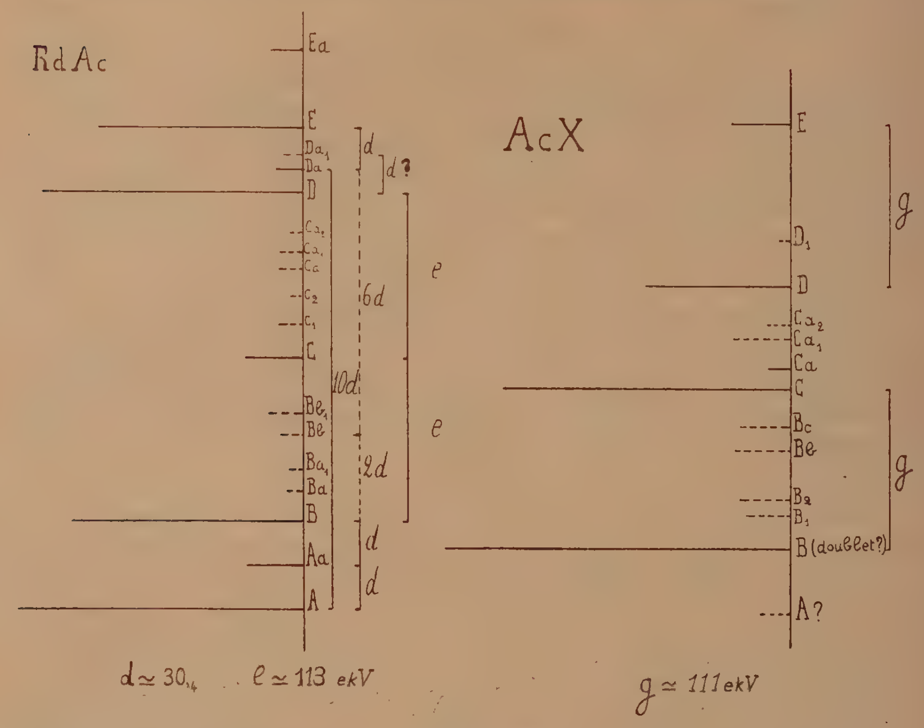
La vitesse du groupe α_0(A) du RdAc a été déterminée par comparaison avec celle de la raie α_0 du ThC, de vitesse connue et très voisine. Nous admettons provisoirement $V\alpha_0 \text{ThC} = V_A \text{RdAc} (1,0015 \pm 0,0007)$. Par

(1) Séance du 11 janvier 1937.

(2) *Comptes rendus*, **202**, 1936, p. 1274.

analogie avec les règles de classement des raies β (¹) nous désignons par A, B, ..., les raies principales, par A_a, A_b, ..., les raies moyennes et par A_{a_1}, A_{a_2}, ..., les raies faibles dont il faudrait peut être confirmer l'existence.

La raie α_3(E) de l'AcX (²) a été retrouvée par photographie. Nous indi-



quons dans le même spectre une cinquième raie Ca de faible intensité (voir schéma) et d'autres raies faibles moins bien déterminées (en pointillé).

Pour le RdAc, nous avons observé plusieurs raies nouvelles. Mais ces raies empiètent parfois les unes sur les autres et nous indiquons, en caractères maigres, toutes celles dont la position exacte devra être déterminée avec plus de précision. Le fait d'avoir éliminé le mouvement propre supprime pratiquement le voile photographique, de sorte qu'une confirmation par photographie deviendrait possible. Il y aurait grand avantage à disposer pour cela d'un aimant permanent, qui à l'heure actuelle serait technique-

(¹) Ellis, *Nature*, **129**, 1932, p. 276.
(²) *Comptes rendus*, **202**, 1936, p. 1274.

ment réalisable même pour l'étude des spectres α. On pourrait, dans ce cas, aborder l'étude de certains corps à vie plus longue,

La coïncidence des intervalles énergétiques α avec les énergies γ correspondantes est en général satisfaisante pour les raies principales du Rd Ac. Toutefois, nous ne faisons pas correspondre le rayonnement γ 281 admis par Jean Surugue [1] à l'intervalle AD = 288, l'écart dépassant l'erreur que nous pouvons admettre actuellement. Enfin, le fait que la raie B (α_0) de l'AcX est très voisine de la raie E(α_0) du Rd Ac gêne la détermination de leurs positions respectives. Nous attribuons donc à l'intervalle AE la valeur moyenne obtenue par photographie et par le compteur, soit 333 ekV qui correspondrait à celle du rayonnement γ de 332 ekV.

Le cas de AcX est plus délicat à interpréter.

Nous croyons utile d'insister sur les régularités qui existent dans la succession des niveaux, régularités qu'il nous paraît difficile d'attribuer au hasard.

a. Pour l'actinon, les intervalles principaux sont : $266 = 133 \times 2$ et $400 \sim 133 \times 3$ de même que dans le ThC on avait $327 \sim 164 \times 2$; $491 \sim 164 \times 3$; $287 = 144 \times 2$; $432 = 144 \times 3$; $577 \sim 144 \times 4$.

b. Dans le Rd Ac et l'AcX [2], certains intervalles se trouvent plusieurs fois répétés (voir schémas). De plus remarquons que l'intervalle 288 paraît commun au Rd Ac et au ThC (et peut-être à l'AcX).

Les résultats actuels ne nous permettent toutefois pas de dire si cette régularité est rigoureuse et générale. Il sera pour cela nécessaire de pouvoir déterminer les intervalles à moins de 1 ekV près.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Spectre d'absorption infrarouge et structure moléculaire de l'acide pyruvique*. Note de M. **Paul Bayard**, présentée par M. Georges Urbain.

Avec l'appareil déjà utilisé par M. Corin, nous avons étudié le spectre d'absorption infrarouge, entre $0^{\mu},8$ et $2^{\mu},5$, de l'acide pyruvique et de quelques autres composés. Cette étude avait pour but de rechercher s'il existait réellement dans cet acide les deux formes tautomères cétonique et énolique sous lesquelles il peut se présenter.

---

(1) *Thèse*, Paris, 1936, p. 67.

(2) Rosenblum, *Comptes rendus*, 202, 1936, p. 943.

Nous avons trouvé 12 bandes dont les positions sont les suivantes :

μ.	1,00.	1,03.	1,16.	1,27.	1,34.	1,47.	1,57.	1,71.	1,79.	1,96.	2,15.	2,27.
cm^{-1}	10000	9710	8620	7870	7460	6800	6370	5850	5590	5100	4650	4400

Pour rechercher l'attribution à donner à ces différentes bandes, nous faisons la comparaison :

1° avec les bandes que les autres auteurs attribuent aux différentes liaisons;

2° avec les harmoniques des fréquences fondamentales données par le spectre Raman (K. W. F. Kohlrausch et A. Pongratz, *Ber.*, 66, p. 1355);

3° avec les bandes de molécules analogues que nous avons étudiées.

Nous avons choisi pour cela des produits présentant les mêmes fonctions que les formes cétonique et énolique de l'acide pyruvique. Ce sont : les acides propionique et acrylique; les alcools propylique normal, isopropylique, allylique et la glycérine; la propaldéhyde et l'acroléine, l'acétone et l'hexane. Nos résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Groupe	CH.	?	CO.	C=C.	?	CO.	OH.	CH.	CO OH.	CH.	CH.	CH.
Alcool *n*-propylique	–	1,02	–	–	–	–	1,57	1,74	–	–	2,10	
Alcool isopropylique	1,00	–	–	–	–	–	1,53	1,74	–	1,96	2,08	2,31
Alcool allylique	0,99	–	–	1,26	–	–	–	–	–	1,98	2,10	2,30
Glycérine	–	1,02	–	–	–	–	1,54	1,75	–	1,93	–	2,30
Acide pyruvique	1,00	1,03	1,16	1,27	1,34	1,47	1,57	1,71	1,79	1,96	2,15	2,27
Acide propionique	0,97	1,08	1,18	–	–	1,45	–	–	1,77	1,97	2,10	–
Acide acrylique	1,01	–	1,19	–	1,38	1,46	–	1,68	–	1,93	2,12	2,28
Acroléine	–	–	–	1,28	1,38	1,48	–	1,74	–	1,91	2,13	2,28
Propaldéhyde	1,01	–	–	1,29	–	1,45	–	–	1,77	1,92	–	2,29
Acétone	1,00	1,03	1,16		1,36	1,45		1,72	–	1,92	2,13	2,29
Hexane	–	1,02	–	–	1,40	–	–	1,73	–	1,96	–	–

Les bandes $1^{\mu},00$; $1^{\mu},71$; $1^{\mu},96$; $2^{\mu},15$; $2^{\mu},27$ se retrouvent dans tous les corps cités, par conséquent elles sont dues à la liaison CH.

Les bandes $1^{\mu},16$ et $1^{\mu},47$ doivent être attribuées avec certitude à la liaison CO, le groupe se trouve dans le carbonyle et dans le carboxyle de la forme cétonique. On ne peut pas séparer ces deux groupes par le spectre infrarouge proche. En effet le CO du carbonyle et le CO du carboxyle possèdent les mêmes bandes infrarouges. Il est donc probable que ces deux bandes sont dues à ces deux groupements.

La bande $1^{\mu},57$ peut être attribuée à la liaison OH. Ici encore, comme pour la liaison CO, existe une certaine incertitude puisque deux groupes OH

peuvent exister dans la molécule : OH du carboxyle et OH de la forme énolique. Étant donné qu'on trouve cette bande dans les alcools et qu'elle manque dans les acides, on peut affirmer que cette bande appartient au groupe OH de la forme énol de l'acide pyruvique.

Pour la bande $1^{\mu},79$, il est difficile de se prononcer : on peut l'attribuer aux groupes COOH et CH puisqu'on l'observe dans la plupart des corps étudiés et que d'autre part elle est l'harmonique d'une fréquence fondamentale COOH à 1411 cm^{-1}. Cette bande est d'ailleurs peu nette.

La bande $1^{\mu},27$ se retrouve dans deux composés non saturés, elle serait donc due à la liaison C = C.

Pour les bandes $1^{\mu},03$ et $1^{\mu},34$ il est impossible de se prononcer quant à leur attribution.

D'après cette première analyse, nous pouvons admettre que l'acide pyruvique pur se trouve presque totalement sous forme cétonique. Toutefois la présence d'une bande attribuable à la vibration OH montre l'existence d'une certaine proportion de forme énolique.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur l'influence de la vitesse de détonation d'un explosif sur la vitesse de l'onde de choc.* Note (¹) de MM. **Paul Laffitte** et **André Parisot**, présentée par M. Émile Jouguet.

En 1924, l'un de nous, appliquant pour la première fois la méthode photographique de Mallard et Le Chatelier à l'étude des explosifs solides, a montré que, lorsqu'un explosif détone dans un tube cylindrique il se propage dans celui-ci, au delà de la région contenant l'explosif, une onde de choc dont la vitesse initiale est supérieure à la vitesse propre de détonation de l'explosif (²). Depuis lors Gawthrop (³), entre autres, a mesuré la vitesse de l'onde de choc à des distances variables de la colonne d'explosif et il est arrivé à la conclusion qu'elle n'est pas affectée par la vitesse de détonation.

Dans la présente Note sont rapportés les résultats des mesures (faites par la méthode chronophotographique) : 1° de la vitesse de détonation ; 2° de la vitesse *initiale* de l'onde de choc plane se propageant dans l'air à

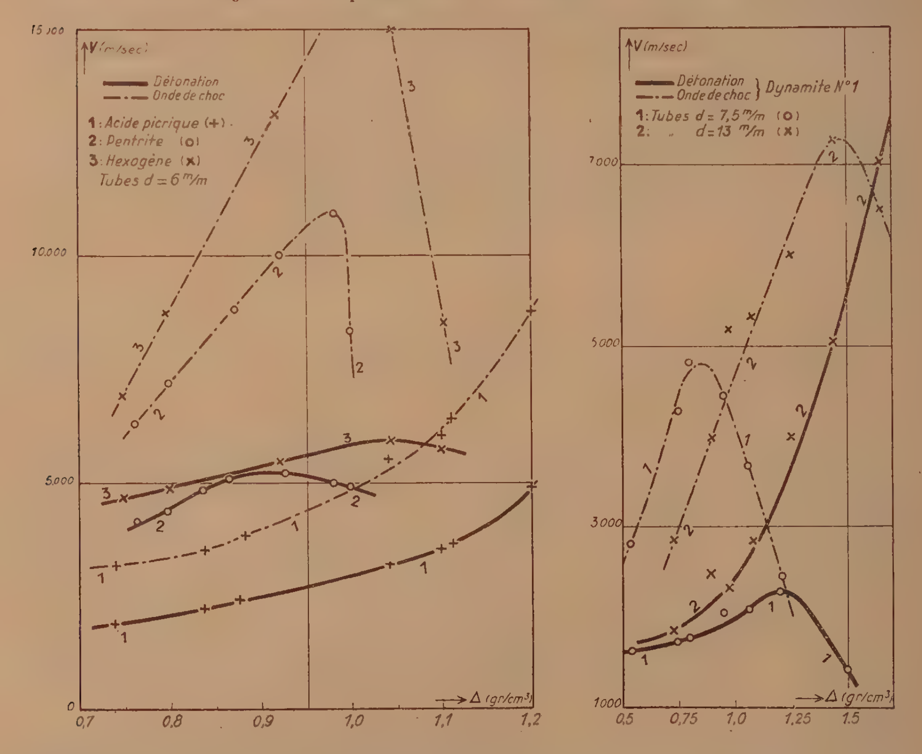
(¹) Séance du 11 janvier 1937.

(²) *Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 1277.

(³) *Journ. Franklin Inst.*, 1935, p. 471.

l'intérieur d'un tube de verre et au delà de la colonne d'explosif. Nos déterminations ont porté sur les explosifs suivants : acide picrique, hexogène (cyclotriméthylène-trinitramine), penthrite (tétranitropentaérythrite) et dynamite n° 1 (nitroglycérine 65 pour 100; guhr 35 pour 100), Les mesures ont été faites dans des tubes de diamètre intérieur déterminé et pour des densités de chargement données. Nous avons aussi fait les mêmes mesures pour divers mélanges de nitrate d'ammonium avec la penthrite ou l'hexogène sous la densité de chargement $\Delta = 1$.

Les courbes ci-jointes reproduisent les résultats obtenus. On voit très



nettement que, pour un explosif déterminé, il y a une relation entre la vitesse de détonation et celle de l'onde de choc : *de même que la vitesse de l'onde explosive, celle de l'onde de choc croît d'abord avec la densité de chargement* et, dans les cas de la penthrite et de la dynamite, passe aussi par un maximum. Cependant pour la penthrite le maximum de vitesse de l'onde de choc a lieu pour une densité de chargement supérieure à celle correspondant au maximum de la vitesse de détonation ; c'est l'inverse pour la

dynamite. Pour les mélanges de nitrate d'ammonium avec la penthrite ou l'hexogène, les courbes des vitesses en fonction de la composition, mais à densité de chargement constante ($\Delta = 1$), sont sensiblement des droites aussi bien pour l'onde de choc que pour la détonation.

La différence apparente entre nos conclusions et celles de Gawthrop provient de ce que les mesures de cet auteur sont faites à des distances de la colonne d'explosif telles que l'onde de choc est considérablement amortie et a même une vitesse peu éloignée de celle d'une onde sonore. En outre la conclusion de Gawthrop est déduite des mesures de vitesses des ondes de choc émises par des explosifs différents. Au contraire nous comparons la vitesse de détonation et la vitesse de l'onde de choc d'un même explosif sous des densités de chargement différentes (pour lesquelles cependant la vitesse de détonation peut varier dans de grandes proportions), mais notre conclusion ne peut être étendue à des explosifs différents. En particulier deux explosifs peuvent avoir, sous des densités de chargement déterminées, même vitesse de détonation mais des vitesses initiales de l'onde de choc entièrement différentes; cela résulte, par exemple, de l'examen des courbes relatives à l'hexogène et à la penthrite sous une densité de chargement voisine de 0,90.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la constitution des solutions d'iodobismuthates de potassium.* Note de M. **Fernand Gallais**, présentée par M. Georges Urbain.

Les nombreuses formules qui ont été proposées pour les combinaisons cristallisées de l'iodure de bismuth avec l'iodure de potassium sont du type 1-1 au type 1-4 [1]. Mais récemment, Mlle L. Delwaulle [2], en déterminant une série d'isothermes de solubilité du système $BiI^3 + KI$ dans l'eau, et en analysant les dépôts par la méthode des restes de Schreinemakers, a pu établir que seuls les deux sels BiI^3, KI, H^2O et $BiI^3, 2KI, H^2O$ sont susceptibles de cristalliser entre 15° et 55°. Par contre il n'existe pas, à ma connaissance, d'étude systématique des solutions d'iodure de bismuth et d'iodure de potassium.

---

(1) Arppe, *Pogg. Ann.*, 64, 1845, p. 237; Nickles, *J. P. C.*, 3e série, 37, 1861, p. 321; Astre, *Comptes rendus*, 110, 1890, 525; D. Motard, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 655.

(2) F. François et Mlle L. Delwaulle, *Bull. Soc. Chim.*, 51, 1936, p. 687.

Ayant constaté avec M. Lucas que ces solutions présentent un pouvoir rotatoire magnétique exceptionnellement élevé ([1]), je me suis proposé de mettre cette propriété à profit pour suivre, par la méthode des variations continues la formation des sels complexes qu'elles renferment. Le dispositif expérimental est resté identique à celui que j'ai utilisé antérieurement pour les iodomercurates ([2]).

1° J'ai d'abord examiné les mélanges de solutions équimoléculaires d'iodure de potassium et d'oxyde de bismuth (Bi^2O^3) dans l'acide chlorhydrique, à trois concentrations différentes : 0,500 N; 0,200 N; 0,0993 N. La courbe 1, figure 1, représente, à

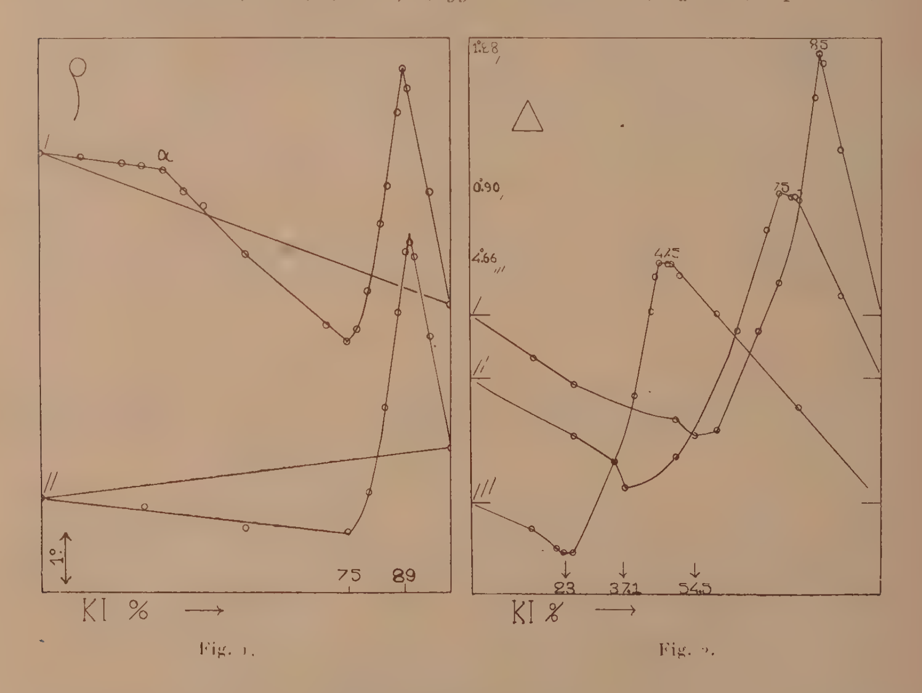


Fig. 1. Fig. 2.

titre d'exemple, la rotation magnétique observée pour le mélange des deux solutions 0, 5 N en proportions respectives variant de 0 à 100 pour 100. (Il n'est pas nécessaire de reproduire la courbe d'écart à l'additivité, ses points angulaires ayant mêmes abscisses que ceux de la courbe expérimentale).

Elle offre un minimum correspondant à la précipitation du triodure de bismuth (KI 75 pour 100) et un maximum correspondant à une composition de 89 pour 100

([1]) R. Lucas et F. Gallais, *Trans. Far. Soc.*, **183**, 1936, p. 976.

([2]) F. Gallais, *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 836.

de KI. Les courbes obtenues en solutions 0,2 N et 0,09 N passent de même par un minimum pour 75 pour 100 de KI, mais elles indiquent une composition maximum légèrement variable : 90 et 93,5 pour 100 respectivement d'iodure alcalin.

Ce résultat n'est pas incompatible avec l'existence dans ces solutions d'un composé unique ou prédominant, mais il ne permet pas d'en connaître directement la composition. La formation d'iodure de bismuth étant complète, on peut supposer que l'équilibre étudié porte seulement sur la formation d'un ion complexe, selon l'équation.

$$BiI^3 + n[I]^- \rightleftarrows [BiI^{3+n}]^{n-}.$$

Si l'on cherche pour quelle valeur de n on peut concilier les résultats expérimentaux avec l'existence d'une constante d'équilibre pour cette équation, on trouve que les nombres $n = 3$ et $n = 4$ conduisent à deux séries de chiffres également acceptables.

2° Pour tenter de résoudre cette indétermination, j'ai étudié des mélanges non équimoléculaires d'iodure de potassium et d'oxyde de bismuth en solution acétique et nitrique.

La courbe III (*fig.* 2) est la courbe des écarts (rotation observée — rotation calculée par additivité) obtenus pour le mélange de solutions Bi^{3+} 0,1 N + I^- N ; la courbe II est relative aux solutions Bi^{3+} 0,0496 N et I^- 0,25 N ; la courbe I aux solutions Bi^{3+} 0,10 N et I^- 0,25 N.

Elles passent toutes par un minimum qui correspond sensiblement au rapport I/Bi = 3 et leur maxima respectifs se situent à 48, 75 et 85 pour 100 d'iodure de potassium.

En utilisant ces nouvelles données, on trouve pour k_{190} les valeurs suivantes :

	$n = 2$.	$n = 3$.	$n = 4$.	$n = 5$.
III..........	–	K = 0,59.10^{-3}	K = 1,2.10^{-5}	K = 4,5.10^{-10}
II..........	–	1,6 .10^{-3}	7,0.10^{-5}	1,5.10^{-5}
I..........	$k < 0$	5,2 .10^{-3}	20 .10^{-5}	5,8.10^{-3}

La conclusion reste la même ; les nombres $n = 3$ et $n = 4$ conduisent seuls à deux séries de valeurs de K acceptables. Les écarts ne dépassent pas ce qu'on peut attendre d'après la limite des erreurs expérimentales.

L'anion complexe prédominant dans les solutions d'iodobismuthates de potassium serait donc $[BiI^6]^{3-}$ ou $[BiI^7]^{4-}$; mais il est impossible de décider entre ces deux formules. Des composés de ces deux types ont d'ailleurs été déjà isolés, tels un hexaiodobismuthate de cobalti-hexammine $[Co(NH^3)^6]I^3$, BiI^3 (1) et surtout les sels de rubidium BiI^3, 3RbI et d'ammonium BiI^3, $4NH^4I$, $3H^2O$ (2).

---

(1) F. Ephraïm et P. Mosimann, *Ber. d. chem. Ges.*, 54, 1925, p. 396.

(2) M. L. Delwaulle, *Bull. Soc. Chim.*, 5e série 3, 1936, p. 1820; *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 341.

Il faut du reste observer que pour éviter l'hydrolyse des sels de bismuth j'ai dû utiliser des solutions contenant une forte proportion d'acide libre. L'influence de ce facteur supplémentaire n'est pas nulle : c'est ainsi que l'étude des mélanges de solutions non équimoléculaires en milieu chlorhydrique m'avait conduit à des résultats incohérents. Pour les solutions équimoléculaires, je me suis assuré cependant que la composition maximum reste inchangée, soit que l'on augmente beaucoup la concentration de l'acide chlorhydrique (dans le rapport 2,5), soit que l'on remplace celui-ci par l'acide acétique et l'acide nitrique. La courbe II (*fig.* 1) illustre cette dernière constatation pour les solutions 0,5 N. Il est bien certain cependant que même dans ces conditions, on ne peut assurer que les résultats obtenus resteraient entièrement valables en milieu neutre (Réactif de Dragendorff).

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Aimantation des terres cuites; application à la recherche de l'intensité du champ magnétique terrestre dans le passé.* Note de M. **Émile Thellier**, présentée par M. Charles Maurain.

Une masse argileuse, cuite dans un champ magnétique, garde après refroidissement une aimantation permanente faible mais très stable; soit σ son aimantation spécifique moyenne après cuisson dans le champ d'intensité H. Cette masse aimantée, placée à la température ordinaire dans un nouveau champ magnétique, se comporte à peu près en corps paramagnétique; soit χ sa susceptibilité spécifique (coefficient d'aimantation).

J'ai fait un grand nombre de cuissons d'argiles en champ magnétique en faisant varier : la nature de l'argile, l'atmosphère de cuisson (oxydante, neutre, réductrice), la température de cuisson, la valeur H du champ et l'intervalle de température dans lequel on le fait agir; et j'ai mesuré sur chaque terre cuite σ et χ. J'ai étudié aussi la disparition de l'aimantation permanente par réchauffement hors de tout champ magnétique. Je ne puis donner ici les résultats de cette très longue étude, je vais seulement montrer une de ses applications géophysiques.

Soit une terre, une brique par exemple, cuite à une époque connue et qui n'a pas été réchauffée depuis sa cuisson. Son aimantation permanente σ est due au champ magnétique terrestre d'intensité H de cette époque. Peut-on, en mesurant σ, retrouver H?

Il semble tout d'abord impossible d'établir une relation entre σ et H. En effet, l'aimantation σ dépend bien de H (il y a proportionnalité, toutes choses égales, pour des champs de l'ordre du gauss); mais elle dépend aussi de trois autres facteurs. Le tableau ci-dessous donne les valeurs de σ pour

une argile de Noron cuite à températures et atmosphères variées, dans un champ de 13 gauss.

Atmosphère. T. :	$\sigma \times 10^4$. 400°.	580°.	670°.	870°.	$\chi \times 10^6$. 400°.	580°.	670°.	870°.
Oxygène......	2	3,6	4,8	6,5	16	14,5	13,5	10,5
Azote.........	2,6	4,5	10	570	16,5	16	20	335
Gaz d'éclairage.	520	4750	2000	36	655	3700	2500	140

Il montre que l'aimantation varie très fortement avec la température et l'atmosphère de cuisson; elle varie aussi beaucoup avec la nature de la terre et il est tout à fait impossible d'établir une relation entre σ, H et ces trois facteurs, d'ailleurs non mesurables sur la brique. Pour avoir une relation utilisable, entre σ et H, il faudrait remplacer les trois autres variables par une seule dont la valeur puisse être déterminée sur la brique étudiée.

Une méthode semble tout de suite devoir permettre ce remplacement. Tandis que l'aimantation σ dépend des quatre facteurs indiqués (champ, température, atmosphère et composition), une autre grandeur magnétique, mesurable sur la brique, sa susceptibilité, dépend des trois derniers sans dépendre du champ. On pourrait s'attendre à ce que ces deux grandeurs magnétiques varient de la même façon et que le rapport σ/χ, à champ constant, soit bien déterminé, donc caractéristique du champ. Le tableau précédent qui donne pour chaque valeur de σ la valeur correspondante de χ, montre que ce rapport varie beaucoup. Cette méthode est donc inutilisable.

L'étude détaillée que j'ai faite de l'aimantation des terres cuites conduit à une autre méthode simple et efficace. Elle s'appuie sur les résultats suivants :

1° Lorsqu'une terre cuite aimantée est réchauffée hors de tout champ magnétique, son aimantation (mesurée après refroidissement) diminue et elle disparaît à une température T relativement peu élevée (souvent 580° ou 670°), le maximum de T pour toutes les terres étudiées étant 670°.

2° Inversement, pendant la cuisson initiale en champ magnétique, la terre ne s'aimante qu'entre cette température T et la température ordinaire. L'aimantation d'une terre, cuite à température élevée, est exactement la même si le champ agit pendant la chauffe et le refroidissement ou s'il n'agit qu'au refroidissement entre 670° et la température ordinaire.

3° Enfin, si une terre cuite à température élevée et ayant acquis dans un champ H une aimantation σ est réchauffée, en atmosphère neutre,

jusqu'à 670° (donc désaimantée) et refroidie dans le même champ H, elle prend une nouvelle aimantation σ'; très souvent $\sigma' = \sigma$. En même temps la susceptibilité varie peu et, surtout, une nouvelle aimantation (670°, H) donne encore même valeur pour σ. Dans ce cas, par suite de la proportionnalité de σ au champ H pour les champs faibles, si le champ au réchauffement est différent de H, soit H'

$$\frac{\sigma'}{\sigma} = \frac{H'}{H}.$$

A cause de petites variations possibles dans la masse de l'objet étudié (départ d'eau), il est plus exact de remplacer σ et σ' par les moments magnétiques M et M' de tout l'objet. L'application à la recherche de l'intensité du champ magnétique terrestre est immédiate et je propose la technique suivante :

On mesure le moment magnétique M d'une brique d'âge connu. On réchauffe cette brique à 670°, en atmosphère neutre (courant d'azote), dans un champ faible H' soigneusement mesuré (champ terrestre par exemple). On mesure, après refroidissement complet, le nouveau moment magnétique M',

$$H = H' \frac{M}{M'}.$$

En opérant sur plusieurs briques et en éliminant celles pour lesquelles M' n'est pas constant pour une nouvelle aimantation (670°, H'), on obtiendra par moyenne l'intensité du champ magnétique terrestre à l'époque de leur cuisson.

BOTANIQUE. — *Sur la végétation marine de la Guadeloupe.* Note de MM. **Jean Feldmann** et **Robert Lami**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

Les observations que nous avons pu faire, au printemps dernier, à la Guadeloupe et dans quelques-unes de ses dépendances, nous permettent de diviser ainsi qu'il suit les différents types de végétation marine de ces îles.

Deux types fondamentaux peuvent être distingués : végétation du faciès rocheux et végétation du faciès meuble. A ce dernier nous rattachons la végétation de la Mangrove, objet d'une Note antérieure [1].

---

[1] J. Feldmann et R. Lami, *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 883.

Chacun d'eux pouvant être divisé en trois étages : supralittoral, littoral et infralittoral.

Végétation du faciès rocheux. — Dans l'étage supralittoral, s'observe une ceinture plus ou moins constante de Lichens gris, principalement *Caloplaca diplacia* (Ach.) Riddle accompagné de *Verrucaria*, de *Blastenia* et de *Buellia*. Au-dessous, sur les rochers plus ou moins ombragés, se rencontrent, vers 1-2^m au-dessus du niveau, *Bostrychia Binderi* Harv., en gazons denses souvent importants et *Rhizoclonium Hookeri* Kütz., plus bas, *Bostrychia tenella* J. Ag.; sur les rochers très découverts, le *Calothrix pilosa* Harv. forme des gazons étendus.

Dans l'étage littoral, vers le haut, *Ralfsia expansa* J. Ag. forme ceinture; plus bas, s'observent d'autres ceintures plus ou moins nettes d'*Ectocarpus breviarticulatus* J. Ag. de *Chætomorpha media* Kütz et de *Chnoospora fastigiata* J. Ag. Entre ces espèces, quelques croûtes de Mélobésiées. Plus bas encore, la végétation est composée d'un mélange d'algues gazonnantes où dominent les Floridées. Dans les stations calmes, des Cyanophycées, *Dichothrix fucicola* (Kütz.) Born. et Flah. les remplacent.

L'étage infralittoral supérieur est caractérisé, dans ses parties battues, par des Fucacées [*Sargassum polyceratium* Mont., S. *platycarpus* Mont. et *Turbinaria turbinata* (L.) Kuntze]. Dans les fentes ombreuses et les anfractuosités des rochers, la flore est plus variée : Chlorophycées [*Anadyomene stellata* (Wulf.) Ag., *Valonia ocellata* Howe, *Codium intertextum* Collins et Hervey et *C. repens* Vickers, Phéophycées *Dictyopteria delicatula* Lamour, *Dictyota dentata* Lamour., *Dilophus guineensis* (Kütz.) J. Ag., *Zonaria variegata* (Lamour.) Ag., et Rhodophycées *Wrangelia argus* (Mont.), *Ochtodes secundiramea* (Mont.) Howe, *Amansia multifida* Lamour., *Galaxaura* sp. plur.]. Dans les stations abritées, les Phéophycées dominent [*Padina Sanctæ-Crucis* Börg. et P. *Gymnospora* (Kütz.) Vickers, *Colpomenia sinuasa* (Thoth.) Derb. et Sol., *Hydroclathrus clathratus* (Bory) Howe], ainsi que des gazons de Corallinacées [*Amphiroa fragilissima* (L.) Lamour., *Jania adhaerens* Lamr. et *J. capillacea* Harv.]. Les Chlorophycées sont également abondantes [*Caulerpa racemosa* (Forsk.) J. Ag., *C. sertularioides* (Gmel.) Howe, *Valonia ventricosa* J. Ag., *Clarophora fuliginosa* Kütz. et *Cladophoropsis membranacea* (Ag.) Börg.]. Ces deux dernières espèces pouvant, dans les stations très battues, remonter jusque dans l'étage supralittoral.

L'étage infralittoral inférieur, qui ne nous est connu que par quelques dragages, est caractérisé par *Dictyopteris Justii* Lamour., *Galaxaura*

obtusata (Ell. et Col.) Lamour., et *Cryptonemia luxurians* (Mert.) J. Ag.: ce dernier est quelquefois ramené de 20 à 30^m en masses considérables.

Végétation du faciès meuble. — L'étage littoral, stérile dans les endroits battus, comprend, dans les endroits plus abrités, des tapis de *Vaucheria* et des herbiers de *Diplanthera Wrightii* Aschers.

L'étage infralittoral offre également des herbiers, souvent étendus, de *Thalassia testudinum* Konig, *Cymodocea manatorum* Aschers. et de *Diplanthera*. La flore algale comprend surtout des Siphonales et des Siphonocladales (*Penicillus*, *Rhipocephalus*, *Halimeda*, *Avrainvillea*, *Udotea*, *Caulerpa* et *Ernodesmis*) souvent implantées en dehors des herbiers, dans le sable pur ou vaseux. Les Phéophycées et les Rhodophycées sont plus rares (*Dyotyota*, *Acanthophora*, *Spyridia*). Certaines Cyanophycées abondent localement [*Lyngbya majuscula* Harv., *Hydrocoleum cantharidosmum* (Mont.) *Gom.*, *Hormothamnion enteromorphoides* Grün.].

Dans l'étage infralittoral inférieur, entre les herbiers de *Diplanthera* et de *Cymodocea*, on rencontre entre 6 et 30^m des peuplements étendus d'*Halophila Baillonis* Aschers avec quelques *H. Aschersonii* Ostenf. Mêlées à ces Monocotylédones ou épiphytes sur eux, vivent dans cet étage des Chlorophycées [*Caulerpa crassifolia* (Ag.) J. Ag., *Udotea cyathiformis* Decaisne, *Cladocephalus luteofuscus* (Cr.) Börgs., *Acicularia Schenkii* Solms.], de rares *Dictyotales* et quelques Rhodophycées [*Scirospora occidentalis* Börgs, *Griffithsia globifera* (Harv.) J. Ag., *Lophocladia trichoclados* (Mert.) Schmitz, *Agardhiella tenera* (J. Ag.) Schmitz].

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la formation des canaux résinifères dans le tissu ligneux des plantules chez* Pinus halepensis *Mill. et* Pinus Pinaster *Soland.* Note de M. **Julien de Saint-Laurent**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

Poursuivant mes études histologiques sur les essences forestières nord-africaines, j'ai rencontré dans des plantules de *Pinus halepensis* Mill. et de *Pinus Pinaster* Soland, certains caractères qui ont retenu particulièrement mon attention et que je crois devoir mentionner. Il s'agit de la formation des premiers canaux résinifères du bois. Les éléments sécréteurs des *Conifères* ont fait l'objet de nombreuses études, dont celles de G. Chauveaud, concernant particulièrement les canaux résinifères sous-épidermiques, de Van Tieghem sur les vacuoles résinifères péricycliques et de

Dangeard sur les canaux ligneux. Mais observant l'évolution des canaux résinifères à partir de leur apparition dans les plantules des *Pinus* étudiées, j'ai constaté plusieurs phases successives qui n'ont pas encore été décrites à ma connaissance.

Si l'on fait une coupe transversale dans l'hypocotyle d'un *Pinus halepensis* ou d'un *Pinus Pinaster* de quelques jours à 10^{mm} au-dessous des cotylédons, on voit un pentagone ligneux dont les côtés ont une épaisseur de deux à trois cellules. A chaque angle du pentagone et à une distance de quelques cellules (3-4) vers le cambium, on observe un groupe cellulaire entourant un méat. Par la double coloration : vert d'iode et Soudan III, le pentagone se colore en vert, les groupes cellulaires restent incolores, tandis que certaines gouttelettes de résine, incluses dans le méat, se colorent en rouge. Ces gouttelettes décèlent des éléments sécréteurs en voie de formation et montrent que les groupes cellulaires ne sont pas autre chose que des ébauches de canaux résinifères. Ce fait est confirmé par la réfringence des cellules, le gonflement de leurs membranes, l'aspect aqueux de leur contenu, tous caractères constants dans les canaux résinifères du bois. Le pentagone ligneux (vert) est lui-même doublé extérieurement par un second pentagone cellulosique, d'égale épaisseur. Les sommets de ces figures sont étirés vers les canaux résinifères en formation, dont la partie externe est tangente au cambium. Les canaux résinifères, au nombre de cinq, correspondent aux cinq angles du pentagone ; ils sont au début composés de 6-7 cellules groupées autour d'un méat à peine perceptible d'où sortent les gouttelettes résineuses dont on a parlé. Entre les canaux résinifères on remarque des lacunes, ou vacuoles résineuses péricycliques, autrefois décrites par Van Tieghem. Au-dessous de chaque vacuole résineuse se trouve un groupe de petites cellules de $6\text{-}10^{\mu}$, à parois très réfringentes dont la base est appuyée sur le cambium. Ce sont des cellules libériennes.

Les observations multipliées sur diverses coupes transversales dans des tigelles de quelques jours ont montré la constance de ce tableau. Sur des coupes longitudinales, traitées au Soudan III, les éléments résinifères apparaissent nettement sous la forme d'un canal, dont les gouttelettes de résine colorées en rouge dessinent les parois intérieures. Les dimensions des canaux résinifères ont été mesurées sur une plantule de quatre jours de *Pinus halepensis*, où deux canaux sur cinq étaient déjà bien ouverts. Leur lumen mesurait $20^{\mu}\text{-}22^{\mu}$; ils avaient 8-9 cellules de bordure de $15^{\mu}\text{-}20^{\mu}$, hautes de $50^{\mu}\text{-}100^{\mu}$. Rappelons que chez la plante adulte ces dimensions sont pour le *Pinus halepensis*-lumen $80^{\mu}\text{-}130^{\mu}$, cellules de bordure $30^{\mu}\text{-}50^{\mu}$,

sur 30^{μ}-70^{μ} de hauteur; pour le *Pinus pinaster*-lumen 150^{μ}-200^{μ}, avec cellules de 30^{μ}-50^{μ}, sur 30^{μ}-135^{μ}.

Ainsi, pendant les premiers jours, les canaux résinifères ne sont rattachés au tissus ligneux que par l'intermédiaire des angles allongés du pentagone encore cellulosique qui double le pentagone lignifié. Dans une phase suivante, observée sur des plantules plus âgées de quelques jours, la lignification progresse sur les côtés du pentagone extérieur et s'étend de part et d'autre de chaque canal en l'enfermant comme dans une tenaille. Toutefois une couronne de cellules entourant immédiatement les canaux résinifères garde sa nature cellulosique ainsi que le sommet du pentagone extérieur; cette absence de lignification se prolonge pendant deux mois environ. A ce stade succède au bout de quelques jours une nouvelle phase marquée par l'extension du tissu ligneux qui entoure de toutes parts le canal résinifère. Ce canal est inclus désormais dans le bois. Cette phase est accompagnée par deux phénomènes : la disparition des vacuoles péricycliques, qui ne jouent probablement qu'un rôle provisoire en attendant la formation des canaux ligneux, et l'apparition des canaux résinifères purement ligneux qui se forment par voie schizogène.

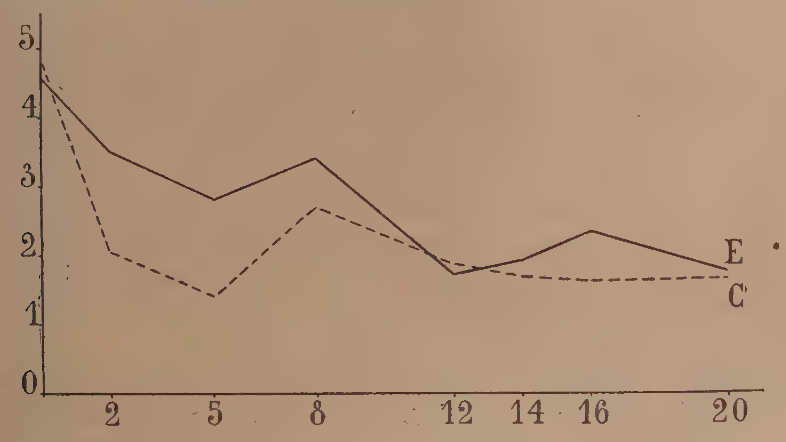
PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Intensité respiratoire comparée de l'androcée et du gynécée.* Note [1] de M. **Jean-Michel Guilcher**, présentée par M. Marin Molliard.

La première étude de l'intensité respiratoire comparée des organes mâles et des organes femelles chez les végétaux supérieurs, entreprise en 1822 par De Saussure, a conduit à attribuer aux étamines des réactions respiratoires plus actives que celles des carpelles. D'autre part, les mesures des quantités de chaleur dégagées par les deux sortes d'organes, effectuées sur diverses espèces par De Saussure, Dutrochet, Caspary, donnèrent des résultats qui se montraient en parfait accord avec les déterminations portant sur les échanges gazeux respiratoires.

Toutefois en 1911, Mme G. Maige faisait remarquer que l'étude de l'intensité respiratoire comparée des organes mâles et des organes femelles prélevés dans une même fleur pouvait donner des résultats tout différents suivant le stade de développement auquel la fleur était récoltée, l'activité

(1) Séance du 11 janvier 1937.

physiologique de l'étamine et celle du carpelle évoluant de façons très différentes au cours de la croissance de la fleur. On pouvait conclure des recherches de G. Maige que la comparaison de l'activité respiratoire des deux organes ne pouvait se faire en opposant deux valeurs, représentant les intensités respiratoires de l'étamine et du carpelle considérés à un stade quelconque du développement de la fleur, mais qu'il était nécessaire de comparer deux courbes, l'une représentant la variation de l'intensité respiratoire de l'étamine, l'autre la variation de l'intensité respiratoire du carpelle, à partir des stades les plus jeunes.



Courbes de variation de l'intensité respiratoire des étamines, E et des carpelles, C.

J'ai entrepris de construire ces courbes pour les organes mâles et les organes femelles d'une espèce, le *Lilium croceum*, et de les comparer. Cette espèce a été choisie parce que diverses parties du métabolisme de sa fleur nous sont connues; R. Combes [1] a étudié la nutrition minérale, le métabolisme azoté et le métabolisme glucidique des pièces florales de cette plante, et les pieds de *Lilium croceum* sur lesquels ont porté nos expériences sont précisément les mêmes que ceux qui ont servi à ses recherches. Ils étaient cultivés en pleine terre dans les jardins de l'École nationale d'Horticulture de Versailles.

J'ai étudié huit stades, le premier correspondait à de très jeunes boutons floraux où tous les éléments des tissus étaient en voie de multiplication active, et le dernier se plaçait au moment où les étamines étaient sur le

(1) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 578 et 1970; 203, 1936, p. 333.

point de libérer leur pollen. Les résultats exprimés en centimètres cubes d'anhydride carbonique dégagé par heure et par gramme de substance sèche ont servi à construire les courbes ci-dessus, où se trouvent portés en abscisses les temps auxquels les mesures ont été faites, exprimés en nombres de jours écoulés depuis le premier stade étudié.

Il résulte de l'examen de ces courbes que la respiration de l'étamine se maintient presque constamment supérieure à celle du pistil. Lorsque les deux sortes d'organes sont très jeunes, formés tous deux de tissus en voie de croissance active, leur intensité respiratoire est la même; mais très vite des différences apparaissent; dès le second stade étudié l'intensité de la respiration se montre plus faible, mais la baisse est moins prononcée pour les étamines que pour les carpelles; les organes mâles dès ce moment respirent donc plus activement que les organes femelles. Un minimum est atteint lorsque les boutons floraux ont $2^{cm},5$ de longueur. L'activité respiratoire devient plus active les jours suivants, passe par un maximum correspondant au stade des boutons de 3^{cm}, puis baisse ensuite à nouveau. Au cours de cette seconde chute l'intensité respiratoire de l'étamine rejoint celle du gynécée, mais elle se relève aussitôt et elle se maintient supérieure à cette dernière dans la suite, toutes deux ne subissant dès lors que de faibles variations jusqu'au moment où l'androcée se fane.

L'intensité de la respiration de l'étamine et celle du carpelle ne varient donc pas d'une manière régulière, suivant des courbes simples. Les courbes de variation au cours de la croissance présentent au contraire des accidents, de même sens et simultanés chez les deux organes. Il conviendra de préciser les causes déterminantes de ces phénomènes, et de rechercher s'ils se retrouvent en général chez les divers groupes de plantes supérieures.

PHYSIOLOGIE. — *Influence de l'avitaminose* B *sur la composition du muscle du pigeon.* Note de M. **Roger Duffau**, présentée par M. Emmanuel Leclainche.

On sait que l'avitaminose B entraîne un trouble accentué du métabolisme des glucides, caractérisé notamment par une richesse anormale des tissus et du sang des animaux carencés en acides lactique et pyruvique (Kinnersley et Peters; Fischer; Nitzescu et Gontzea; Johnson). Par ailleurs, l'addition d'acide lactique à un régime synthétique complet entraîne l'apparition de crises de polynévrite comparables à celles que

provoque l'avitaminose B (Lecoq). Poussant plus loin ces recherches, nous avons pensé qu'il serait intéressant de déterminer dans le muscle, au cours de l'avitaminose B, le taux des principales substances participant au métabolisme des glucides et accompagnant l'acide lactique.

A cet effet nous avons utilisé deux séries de pigeons adultes de 350^g environ, recevant une ration synthétique à base de glucose, privée de vitamines B dans un cas et complétée dans l'autre par des doses différentes de levure de bière, source éprouvée de vitamines B. Le régime de base utilisé était analogue au régime antérieurement préconisé par Mme Randoin et Simonnet et composé de : caséine purifiée, 6; fibrine purifiée, 5; ovalbumine purifiée, 5; graisse de beurre, 4; glucose pur, 66; mélange salin d'Osborne et Mendel, 4; papier filtre, 2. Ce régime, administré par gavage à la dose quotidienne de 20^g apporte au pigeon une ration énergétiquement suffisante, qu'une dose appropriée de vitamines B suffit à compléter. Des doses de 0^g,50 à 2^g de levure permettent de très longues survies, dépassant 6 mois; on admet généralement qu'elles sont satisfaisantes. En l'absence de toute addition de levure, la mort survient, au milieu de crises polynévritiques typiques, entre le 13ième et le 21ième jour.

Nous avons sacrifié, en pleine crise de polynévrite, tous les pigeons soumis au régime avitaminé; par contre, les autres ont été arbitrairement tués au bout de 1 mois, 8 mois et 11 mois. Les résultats obtenus sur les masses musculaires pectorales à l'aide des techniques que nous avons précisées, sont exprimés en milligrammes pour 100^g de muscle frais, les dérivés phosphoriques étant calculés en phosphore. Nous en avons rapproché les moyennes obtenues par Lecoq et nous-même sur des pigeons normaux recevant une alimentation variée naturelle [1].

Les chiffres correspondant au régime à 66 pour 100 de glucose sans addition de vitamines B montrent une augmentation des composés réducteurs glucidiques totaux et de l'acide lactique, ainsi qu'une augmentation nette des orthophosphates et du phosphore total acido-soluble. Le même régime, complété par une addition opportune de levure (2^g par exemple) constitue incontestablement un régime satisfaisant au même titre que le régime naturel varié; cependant, les chiffres obtenus en diffèrent par une augmentation du taux des composés réducteurs glucidiques totaux d'autant plus nette que la durée du régime est plus longue.

---

(1) *Bull. Sc. pharmacol.*, 43, 1936, p. 577; R. Lecoq et R. Duffau, *C. R. Soc. Biol.*, 122, 1936, p. 180.

	Pigeons au régime naturel.	Pigeons au régime à 66 pour 100 de glucose — sans levure.				Pigeons au régime à 66 pour 100 de glucose — avec levure.			
Dose de levure	—	—	—	—	—	2^g.	$0^g,50$.	1^g.	2^g.
Durée du régime	—	12 j.	13 j.	14 j.	14 j.	1 m.	8 m.	11 m.	11 m.

Dosages effectués sur le muscle (en mg pour 100).

Composés réducteurs glucidiques totaux	143	227	201	218	220	196	231	258	295
Acide lactique	220	239	260	231	265	214	295	260	201
Orthophosphates	85	130	120	116	131	80	102	96,8	73,5
Acide créatine-phosphorique	12	5	8	6	7	10	7	7,6	6
Acide adényl-pyrophosphorique	27	18	20	31	19	29	19	22,8	18
Esters facilement hydrolysables	18	16	20	23	20	25	22	24,8	17,5
Phosphore total acido-soluble	173	219	222	227	229	179	197	213	165

Une dose de $0^g,50$ de levure, habituellement considérée comme minima, est à notre avis une cause de carence fruste qui se manifeste d'ailleurs par des accidents polynévritiques larvés au huitième mois et des modifications sensibles du taux des composés musculaires, voisines de celles constatées au cours de l'avitaminose B totale. L'addition de 1^g de levure, lorsqu'elle est prolongée un très long temps (11 mois par exemple). semble elle-même insuffisante; le taux d'acide lactique et de phosphates traduit déjà une avitaminose inapparente.

Conclusions. — 1° L'avitaminose B totale provoque chez le pigeon une augmentation dans le muscle du taux des composés réducteurs glucidiques, de l'acide lactique, des orthophosphates et du phosphore total acido-soluble.

2° L'addition d'une dose quotidienne de 2^g de levure au régime à 66 pour 100 de glucose semble suffisante pour prévenir toute perturbation dans le métabolisme des glucides du muscle du pigeon, malgré la sensibilité de son organisme vis-à-vis d'un hexose aussi rapidement assimilable que le glucose.

3° L'addition quotidienne de $0^g,50$ de levure n'empêche pas le développement d'une avitaminose fruste, qui se traduit au huitième mois par des troubles du métabolisme des glucides et des crises larvées de polynévrite; l'addition de 1^g de levure n'entraîne aucune manifestation polynévritique sensible, même après 11 mois, et cependant la composition des muscles met en évidence une avitaminose inapparente incontestable.

4° Le taux de l'imprégnation lactique est au moins aussi accentué dans l'avitaminose fruste au huitième mois que dans l'avitaminose B totale (après 12-14 jours).

EMBRYOGÉNIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'obtention expérimentale des* free-martins *chez le cobaye et sur la nature du facteur conditionnant leur histogenèse sexuelle.* Note ([1]) de Mme **Véra Dantchakoff**, présentée par M. Maurice Caullery.

J'ai réussi à masculiniser, chez le cobaye, une série d'embryons femelles par l'introduction de l'hormone mâle adulte. Une simple injection de $0^{mg},05$ de testostérone, au 20-21e jour, après insémination, ne parvient pas à ébranler dans l'embryon femelle la réalisation de son sexe génétique ([2]). La petite quantité d'huile ($0^{cm^3},01$) qu'un embryon de 20 jours (stade correspondant à 4 jours d'incubation chez le poulet) peut supporter sans lésion ne contient que $0^{mg},05$ de testostérone, si l'on utilise une solution huileuse à 5^{mg} pour 1^{cm^3}. Une telle injection reste sans effet appréciable. Je dois au Prof. Ruzicka une solution d'hormone mâle, sous la forme de testostérone-propionate, à 50^{mg} par centimètre cube. Cette solution permet d'introduire dans l'embryon de 20-21 jours $0^{mg},5$; or, une telle injection ne m'a donné qu'une vague promesse de réussite. Alors j'ai pratiqué une deuxième injection sur les mêmes embryons, 5-6 jours après la première, en introduisant, à ce stade, jusqu'à 2^{mg} de testostérone-propionate.

Une association singulière d'organes mâles et femelles en résulta ([3]) : utérus, trompes, gonades femelles d'un côté; épididymes, canaux de Wolff, urèthre mâle de l'autre, avec migration de tout le groupe d'organes génitaux internes à l'emplacement habituel des organes mâles. Cependant les gonades gardaient leurs caractères femelles.

J'ai essayé alors d'assurer un contact de l'huile injectée, encore plus intime, avec les tissus de l'embryon, plus particulièrement avec les ébauches sexuelles. J'ai injecté l'hormone directement dans la partie caudale de l'embryon, dont les formes se dessinent vaguement à travers la

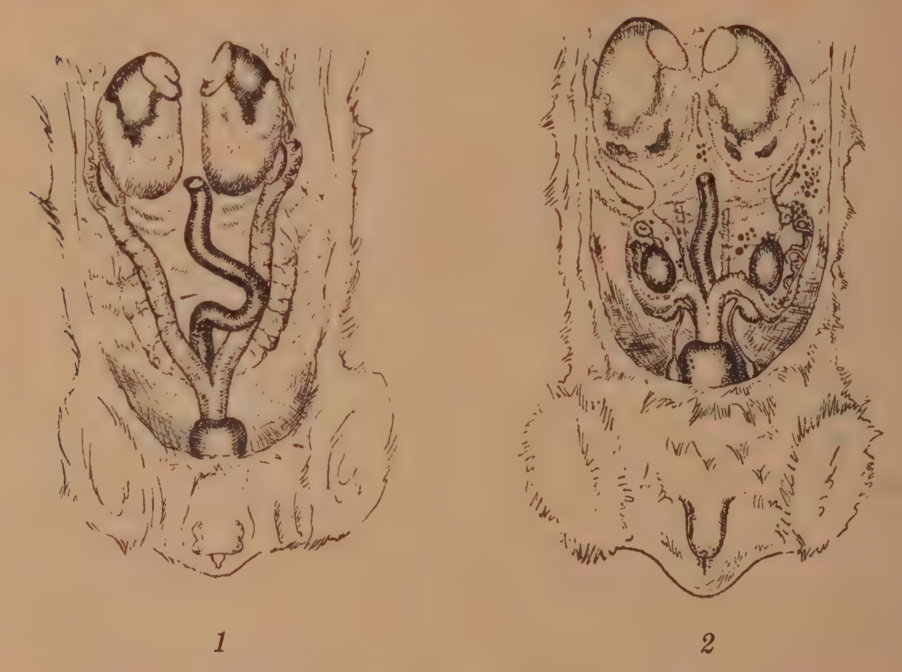
---

([1]) Séance du 11 janvier 1937.

([2]) *Comptes rendus*, 202, 1936, p. 2179.

([3]) *C. R. Soc. Biol.*, 123, 1936, p. 873.

paroi amincie de la corne utérine. La figure 2 montre la grande dispersion des petites gouttes d'huile (en noir dans la figure) dans le tissu lâche rétropéritonéal. Les résultats obtenus dans de tels embryons correspondent parfaitement à ceux observés chez les *free-martins*; cela démontre l'ana-



1. Organes génitaux internes d'une femelle normale de cobaye. — 2. Organes génitaux internes d'une femelle masculinisée.
Les petits points noirs sont des gouttes d'hormone entrevues à travers le péritoine.

logie, sinon l'identité du mécanisme des malformations sexuelles dans les deux cas. Voici brièvement les changements que l'hormone mâle évoque dans des substrats tissulaires à déterminisme génétique femelle :

1° *Déplacement du complexe d'organes génitaux internes.* — Au lieu d'être situés dans les sillons profonds, sous les bords latéraux du tiers caudal des reins, ils émigrent caudalement dans l'espace entre la vessie et les extrémités caudales des reins. A la suite de ce déplacement, les cornes de l'utérus sont fortement recourbées.

2° *Édification de bourgeons solides de tissu élastique*, dans la partie caudale de la cavité abdominale, qui se continuent sous forme de ligaments et se perdent dans le tissu mésonéphrique formant maintenant la partie

caudale de l'épididyme. Cet organe réussit à déplacer le complexus d'organes sexuels.

3° *Changement de la forme des gonades.* — Au lieu de se présenter sous forme d'amandes aplaties, elles se montrent maintenant voûtées. Des masses de tissu mésonéphrique entrent dans les ébauches gonadiques par leur hile et forment un noyau médullaire très considérable. Un cortex, il est vrai, existe dans une telle gonade, des canalicules ne sont pas encore formés dans la partie médullaire.

4° *Une forte stimulation d'éléments mésonéphriques* sous forme d'*épididymes.*

5° Changement précoce de la forme macroscopique du phallus embryonnaire qui se transforme en un *urèthre mâle*. Des anomalies très marquées dans les organes génitaux externes complètent le tableau de la masculinisation. J'attends quelques stades supplémentaires pour pouvoir me prononcer sur le sort des organes annexes : prostate, vésicules séminales, glandes de Cooper.

6° Parallèlement aux effets hétérologues, que l'hormone mâle provoque dans les embryons femelles, la présence d'utérus et de trompes est la manifestation visible de l'activité du déterminisme génétique, propre à l'embryon femelle masculinisé. En outre, l'hormone mâle produit, directement ou indirectement, une rudimentation des infundibula des trompes et des tabliers graisseux de chaque côté des cornes.

L'obtention expérimentale de *free-martins* chez le cobaye, à l'aide de l'hormone mâle, nous donne des indications précieuses sur *le mécanisme du déterminisme sexuel* dans l'ontogenèse, dont une rupture aboutit à la réalisation spontanée de *free-martins*. Le *facteur* déterminant, dans les conditions expérimentales ou naturelles, la production de *free-martins*, est une substance chimique pure, *l'hormone mâle*.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Dosage de la tyrosine dans les matières premières végétales.* Note de M. **Yves Raoul**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Le dosage de la tyrosine dans les matières protidiques préalablement isolées a fait l'objet de nombreuses techniques colorimétriques basées sur l'une des réactions suivantes : 1° réaction de Millon; 2° réaction xanthoprotéique; 3° réaction de O. Folin, à l'aide du réactif phosphotungstomolybdique.

Aucune de ces techniques n'ayant été étudiée quantitativement d'une manière serrée, il en résulte qu'appliquées successivement au dosage de la tyrosine dans un même échantillon, elles fournissent des résultats très différents ([1]).

Nous prenons comme point de départ pour l'établissement de notre technique, la méthode de O. Folin et V. Ciocalteu ([2]) que nous modifions sur les deux points suivants : 1° conservation des hydrolysats; 2° évaluation de l'intensité de la réaction de Millon ici utilisée. D'autre part, il y a lieu de faire subir à la matière végétale ([3]) un traitement préalable afin de pouvoir la traiter ensuite comme une matière puotidique isolée.

1° *Préparation de la matière première.* — On pulvérise finement la substance à analyser bien homogénéisée, dont on prend une prise d'essai de 1^g que l'on place dans une petite cartouche de papier filtre. On dispose la cartouche dans un petit tube de verre dont l'extrémité inférieure légèrement étiréé est obturée par un mélange de coton de verre et d'amiante modérément tassé formant filtre. Tube et cartouche sont retenus dans le col d'un ballon de 250^{cm^3} au moyen de trois pointes rentrantes pratiquées à la base du col du ballon. Ce dispositif, surmonté d'un réfrigérant à reflux, permet d'épuiser la substance : 1° avec de l'alcool à 90° pendant 4 heures, ce qui élimine des corps amino-phénoliques comme l'hordénine, la tyramine et des pigments; 2° avec de l'éther, pendant 3 heures, afin d'éliminer les lipides.

Au cours de ces épuisements, nous avons vérifié que la tyrosine, insoluble dans les solvants utilisés, n'est pas entraînée.

2° *Hydrolyse.* — Elle est réalisée à l'aide de soude à 20 pour 100 pendant 20 heures. On chauffe au bain de glycérol pour éviter toute surchauffe et ajoute un peu d'alcool butylique pour régulariser l'ébullition.

3° *Stabilisation des hydrolysats.* — Il est indispensable, après neutralisation ([4]), de laisser séjourner pendant 48 heures environ à la glacière vers +5° le liquide provenant de l'hydrolyse alcaline. Un séjour plus prolongé ne nuit pas.

4° *Élimination du tryptophane.* — Cette élimination est rendue indispensable en raison de la coloration que donne cet acide aminé avec le réactif

---

([1]) J. Guérin, *Thèse Pharm. Sup.*, Paris, 1932.

([2]) *Journ. of Biol. Chem.* 73, 1927, p. 627.

([3]) La matière première utilisée pour l'établissement de la méthode était constituée par des graines d'Orge, des malts et des radicelles.

([4]) Y. Raoul, *Thèse Sciences naturelles*, Paris, 1936, p. 92.

de Millon. On réalise cette élimination sous forme de complexe mercurique par addition d'une solution de sulfate mercurique à une partie aliquote de l'hydrolysat. On sépare le complexe par centrifugation.

5° *Dosage colorimétrique.* — Le liquide provenant de l'opération précédente est placé dans une fiole jaugée de 100^{cm^3} et additionné d'acide sulfurique titré en proportion telle que, après dilution à 100^{cm^3}, l'acidité soit normale. On chauffe 15 minutes dans l'eau bouillante puis refroidit aussitôt à température ordinaire.

On complète à 99^{cm^3} et *filtre* pour éliminer le sulfate mercurique basique : $SO^4Hg, 2HgO$ qui se forme au moment de la dilution. On ajoute alors 1^{cm^3} de solution de nitrite de sodium à 2 pour 100. La coloration rouge caractéristique qui apparaît est due à la formation d'un nitrosophénol catalysée par les sels de mercure.

O. Folin conseille de faire *immédiatement* à l'aide du colorimètre de Dubosq la comparaison de la coloration obtenue avec celle fournie par une solution étalon traitée parallèlement. Nous nous sommes aperçus qu'à la température ordinaire, de 18 à 22°, à laquelle on opère d'habitude, la coloration n'a pas immédiatement son intensité maxima et, d'autre part, qu'au bout d'un certain temps, la coloration s'atténue pour disparaître complètement.

Nous avons suivi exactement l'évolution de l'intensité à l'aide de l'électrophotomètre à coin et cellules à couches d'arrêt de P. Meunier [1]. On réalise les mesures à la fois en lumière bleue et en lumière verte, ce qui permet de suivre non seulement l'intensité, mais aussi la nature de la coloration obtenue. A la température de 20°, le maximum d'intensité n'est atteint qu'après 6 minutes et ne se maintient que pendant 22 minutes. C'est donc pendant cette période qu'il faut effectuer la lecture. Le même appareil permet de mesurer les valeurs d'absorption dans le bleu et dans le vert et il suffit, pour trouver la quantité de tyrosine correspondante, de se reporter à des courbes préalablement établies avec des solutions contenant des quantités connues de tyrosine.

Ici encore, la correspondance des valeurs trouvées dans les deux couleurs permet de s'assurer qu'aucune réaction colorée parasite ne se superpose à la réaction de Millon.

6° *Degré de précision de la technique.* — Par la méthode des quantités ajoutées, nous avons déterminé que l'erreur relative est de ∓ 5 pour 100.

---

(1) *Thèse Sciences physiques*, Paris, 1936.

La tyrosine dosée est la tyrosine *totale* de la substance végétale et comprend aussi bien la fraction pouvant exister à l'état libre que celle engagée dans les molécules protéidiques.

La séance est levée à 15^h35^m.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 5 octobre 1936.)

Note de MM. *Thadée Urbański* et *Marion Słoń*, Sur la nitration de quelques hydrocarbures :

Page 621, lignes 8 et 16, *au lieu de* *n*-propane, *lire* propane.
Page 622, ligne 12 en remontant, *au lieu de* $Hg(NO^3)^2$, *lire* $HgNO^3$.

(Séance du 28 décembre 1936.)

Note de MM. *Gabriel Bertrand* et *Lazare Silberstein*, Nouvelles recherches sur les teneurs comparatives en soufre, en phosphore et en azote de plantes cultivées sur un même sol :

Page 1481, ligne 3 du deuxième alinéa, *au lieu de* nous n'avons pu, *lire* nous n'avions pu.
Page 1482, ligne 1 du tableau, *au lieu de* Loiter, *lire* Lotier.

Note de M. *Joseph Béthenod*, Sur les accouplements au moyen d'embrayages à glissement permanent (p. 1504) :

Cette Note de Mécanique aurait dû être insérée page 1493.